



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑩ **DE 198 00 901 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
G 01 B 5/24
G 01 C 19/56
G 01 C 19/34

②① Aktenzeichen: 198 00 901.1
②② Anmeldetag: 13. 1. 98
④③ Offenlegungstag: 22. 7. 99

DE 198 00 901 A 1

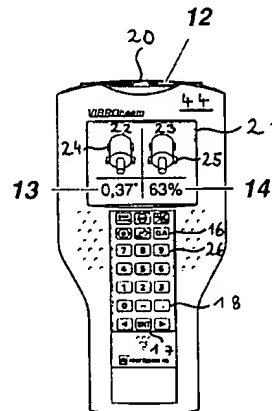
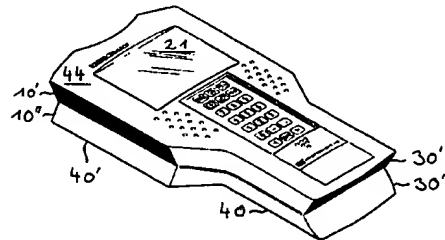
⑦① Anmelder:
Prüftechnik Dieter Busch AG, 85737 Ismaning, DE

⑦② Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Lagemeßsonde zum gegenseitigen Ausrichten von Körpern

⑤⑦ Die Lagemeßsonde zum gegenseitigen Ausrichten von Körpern, zum Beispiel Walzen oder Riemenscheiben, besitzt mehrere Miniatur-Gyroskope in Form mechanischer Oszillatoren, insbesondere sog. Piezo-Kreisel oder Stimmgabel-Gyroskope. Mit der Lagemeßsonde werden allgemeine Winkeldifferenzen zwischen zwei oder mehreren Körpern bestimmt. Weiterhin werden durch die Lagemeßsonde Vorgabewerte errechnet und angezeigt, welche ein einfaches Justieren oder Nachjustieren der Körper auf Parallelität, rechte Winkel usw. gestatten. Eine Datenschnittstelle gestattet den Transfer von vordefinierten Daten oder errechneten Ergebnissen. Die Lagemeßsonde kann mit einem Kodierungs-Lesegerät ausgestattet sein.



DE 198 00 901 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Lagemeßsonde zum gegenseitigem Ausrichten von Körpern, insbesondere zum Zwecke des Parallelrichtens von Wellen, Walzen und dergleichen.

Bisher wurden zur Winkelvermessung zum Zwecke der gegenseitigem Ausrichtung von Körpern, z. B. von Achsen, Walzen, Rollen, Spindeln, Drehöfen und dgl., deren Antrieben wie Ketten, Riemen, Getriebe, Kardanwellen und dgl. sowie deren zugehörigen Tragelementen wie Stuhlung, Maschinenbetten, Fundamenten u.s.w. mit Meßgenauigkeiten unter 1 mm/m optische Meßeinrichtungen wie Theodoliten, Autokollimatoren, Interferometer und Laser und als weitere Hilfsmittel Markierungen, Targets, Penta-, Dachkant-, Tripel-Prismen, Spiegel, Detektoren, Stative und dgl. in sehr zeitaufwendiger Weise eingesetzt.

Es ist in der Zwischenzeit auch vorgeschlagen worden, anstelle der vorgenannten Hilfsmittel einen optischen Kreisel, speziell einen Faserkreisler zu verwenden. Wiewohl mit diesem Hilfsmittel eine enorme Zeitersparnis, und damit auch eine Kostenersparnis möglich ist, stehen diesem Vorteil zur Zeit noch nicht unbedeutende Herstellkosten entgegen. Es ist daher wünschenswert, ein Verfahren und eine zugehörige Einrichtung bereitzustellen, welche sowohl einfach anzuwenden ist, als auch für den angestrebten Zweck hinreichend preisgünstig hergestellt werden kann.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und zugehöriges Gerät anzugeben, das die Winkelvermessung von gegenseitig auszurichtenden Körpern mit einem gegenüber den in diesem Zusammenhang bekannten Einrichtungen und Hilfsmitteln wesentlich kostengünstigeren Aufwand gestattet.

Die vorgenannte Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Im Gegensatz zu den meisten bekannten Verfahren, bei denen in der Regel mehrere Einrichtungen und Hilfsmittel an den zu vermessenden Körpern befestigt, aufeinander ausgerichtet und dann gemeinsam mit den Körpern in einem Meßzyklus bewegt werden müssen, braucht gemäß der Erfindung nur eine einzige, einfach zu handhabende, mit mindestens einem mechanischen Schwinger oder Oszillator als Beschleunigungssensor ausgerüstete Lagemeßsonde (speziell in Form eines Stimmgabel-Gyroskopes oder eines sogenannten Piezokreisels) in wenigen Meßpositionen an jeweils zwei in Bezug aufeinander auszurichtenden Körpern angesetzt und hinsichtlich einer oder mehrerer raumfester Winkelkoordinaten, z. B. Azimut (oder Deklination) und Elevation (oder Inklination) direkt oder elektronisch abgelesen zu werden, um feststellen zu können, ob überhaupt und ggf. welche Lagekorrekturen zur Erzielung der gewünschten Ausrichtung nötig sind. Insbesondere kann mit dem vorgesehene Verfahren unter Benutzung der erfindungsgemäßen Lagemeßsonde die parallele Ausrichtung zweier oder weiterer Achsen, Wellen, Rädern, Riemenscheiben, Kettenantrieben und ähnlichen Einrichtungen sowohl schnell als auch kostengünstig überprüft werden. Die hierfür erforderliche Mannmeßzeit ist bei weitem kürzer als die unter Verwendung der normalerweise benutzten Einrichtungen und Hilfsmittel erforderliche. Es ist eine Reduzierung der Mannmeßzeit um bis zum 95% für eine Vielzahl der derzeit noch nach herkömmlicher Weise ausgeführten Ausrichtarbeiten zu erwarten.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß es bislang nicht möglich war, für eine aufgabengemäße Messung von Richtungsunterschieden die an sich bekannten Kreisel auf Basis mechanischer Oszillatoren, insbesondere die sog. Piezokreisel vorzusehen. Das mit solchen Kreiseln hinsichtlich

Auflösung und Stabilität erzielbare Messergebnis wäre im wesentlichen vergleichbar gewesen mit einer subjektiven Einschätzung (sog. Augenmaß) einer messenden Person. Das zu lösende Problem konnte bislang also nur dadurch gemeistert werden, daß ein optischer Kreisel für die Messung von Differenzwinkeln zugrundegelegt wurde. Gemäß der Erfindung ist diese Erwartungshaltung eines Fachmanns jedoch – zumindest für weniger stringente Meßaufgaben – gegenstandslos geworden, da es überraschenderweise gelingt, mit hochwertigen und industriell verfügbaren sog. Piezokreiseln oder technisch vergleichbaren Beschleunigungsaufnehmern auf Oszillatorbasis eine Meßsonde oder ein Gerät zu schaffen, welches für die genaue Messung von Differenzwinkeln geeignet ist und welches sich dabei durch leichteste Handhabung auszeichnet. Wenn die Zeitspanne für das Ansetzen der Meßsonde an den beiden auszurichtenden Körpern zwecks Gewinnung eines Meßwerte-Paares nur einige Sekunden dauert (was wegen der angestrebten Zeitersparnis prinzipiell gewünscht wird), und wenn die Meßsonde während des Meßvorganges maximal nur einige hundert Winkelgrad verdreht wird, können für die Praxis ausreichend genaue Meßwerte gewonnen werden.

Die Meßgenauigkeit ist um so größer, je zügiger und/oder öfter die Meßsonde mit ihrem Piezokreisel umgesetzt werden kann.

Der Erfindung liegt damit vorrangig die Aufgabe zugrunde, eine Lagemeßsonde zu schaffen, mit der die räumliche Lage zweier Körper in Bezug aufeinander ermittelt werden kann, wobei die Meßsonde bzw. Lagemeßsonde eine hohe Meßgenauigkeit für Winkelmessungen aufweist und eine besonders einfache Durchführung einer entsprechenden Meßaufgabe gestattet.

Die Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 2 angegebenen Merkmale gelöst.

Die Unteransprüche 3 bis 14 haben bevorzugte Ausgestaltungen der Lagemeßsonde nach Patentanspruch 2 zum Gegenstand.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel noch näher erläutert.

In der Zeichnung zeigt jeweils schematisch

Fig. 1 drei in Bezug aufeinander auszurichtende Körper sowie eine an diesen der Reihe nach anzusetzende Lagemeßsonde in perspektivischer Darstellung, und

Fig. 2 eine Ausführung einer zum Vermessen der relativen Winkelposition der Körper in **Fig. 1** geeigneten Lagemeßsonde ebenfalls in perspektivischer Darstellung;

Fig. 3 eine bevorzugte Ausführung einer zum Vermessen der relativen Winkelposition der in **Fig. 1** gezeigten Körper geeigneten Lagemeßsonde, ebenfalls in perspektivischer Darstellung.

Die **Fig. 1** zeigt in perspektivischer Darstellung einen ersten, als Träger dienenden Körper 1, der der Einfachheit halber als Platte dargestellt ist, sowie zwei weitere gegenüber dem ersten Körper 1 und in Bezug aufeinander auszurichtende Körper 2 und 3 von zylindrischem Außenumriß. Bei entsprechender Gestaltung im Detail könnte es sich bei dem Körper 1 um ein Maschinenbett und bei den Körpern 2 und 3 um Walzen handeln, die an dem Maschinenbett um ihre Längsachse drehbar gelagert und hinsichtlich ihrer Drehachsen parallel zueinander sowie in einer definierten Winkelstellung bezüglich einer Referenzfläche an dem Maschinenbett auszurichten sind. Als Beispiel sind Körper 2 und 3 zusätzlich mit einer Riemenscheibe, zum Beispiel einer solchen für Keilriemen oder Zahnriemen, versehen.

Im Ausführungsbeispiel dient als Referenzfläche am Körper 1 die ebene seitliche Stirnfläche 1a, und die Längsachsen der walzenförmigen Körper 2 und 3 seien parallel zueinander und zu der Referenzfläche 1a auszurichten.

Die für das Ausrichten in die vorgenannte gewünschte gegenseitige Winkelposition evtl. nötigen Lagekorrekturwerte werden, wie in Fig. 1 dargestellt, dadurch gewonnen, daß eine Lagemeßsonde 4 mit ihrer Kontaktfläche 4a nacheinander (4-1, 4-2, 4-3) an die Referenzfläche 1a am Körper 1, parallel zur Längsmittelachse an den zylindrischen Umfang des Körpers 2 und parallel zur Längsmittelachse an den zylindrischen Umfang des Körpers 3 angesetzt wird. Durch Betätigung eines an der Lagemeßsonde angebrachten elektrischen Tasters oder Schalters ermittelt eine in der Sonde befindliche mechanisch-elektronische Einrichtung, bestehend aus einem Kreiselssystem mit Oszillatoren, speziell piezoelektrisch betätigten Oszillatoren, und mit z. B. einem Mikroprozessor oder -controller die aktuelle räumliche Ausrichtung der Sonde zumindest hinsichtlich Azimut (also Drehwinkel um eine Hochachse, englischsprachig auch als "yaw" bezeichnet). Die Ausrichtung der Sonde hinsichtlich des Meßwinkels "Elevation" kann in einer extrem vereinfachten Ausführung der Erfindung mittels einer Libelle nach dem Prinzip der Wasserwaage erfolgen. In der regulären, qualitativ höherwertigen Ausführung der Erfindung muß jedoch die Orientierung der Meßsonde gegenüber den weiteren beiden räumlichen Dreh- oder Neigungsachsen vermessen werden. Bei diesen Achsen handelt es sich daher um jene, welche englischsprachig auch als "pitch" (Bezeichnung für die Elevation) und "roll" (Drall- oder Drillwinkel) bezeichnet werden. Nach jedem Ansetzen an einen der Körper 1, 2 und 3 kann der von dem Piezo-Kreisel-System gemessene und von der Elektronik in Meßwerte umgesetzte Differenzwinkel bezüglich zumindest einer der genannten Referenzrichtungen durch den Bediener abgelesen werden. Es sei festgehalten, daß das genannte Piezo-Kreisel-System normalerweise eine Mehrzahl einzelner piezo-betätigter Oszillatoren enthält. Bevorzugt kann der Bediener jedoch zunächst eine Meß- oder Speichertaste betätigen, wodurch die Elektronik der Meßsonde entsprechende elektrische Signale von der Lagemeßsonde für die weitere Verwendung registriert und speichert. Die gespeicherten Meßwerte können einzeln oder als Datensatz an eine nicht dargestellte Datenverarbeitungs-Einrichtung ausgegeben werden. Bei der Betätigung der genannten Meß- oder Speichertaste kann die Meßsonde ein akustisches Signal abgeben, wenn eine registrierte Winkeldifferenz ein voreinstellbares Limit überschritten haben sollte.

Piezokreisel zeichnen sich durch einen nur kleinen Driftwinkel pro Zeiteinheit aus. In der Praxis ist jedoch darauf zu achten, daß die Lagemeßsonde in einer Zeitspanne in der Größenordnung von z. B. 10 bis 20 Sekunden zwischen den Körpern 1, 2 und 3 umzusetzen und abzulesen ist. Dabei kann z. B. auch so vorgegangen werden, daß als erstes eine Referenzpositionsmessung an der Körperfläche 1a des Körpers 1, dann als nächstes eine Lagepositionsmessung am Umfang des Körpers 2, dann wieder eine Referenzpositionsmessung an der Körperfläche 1a und dann erneut eine Lagepositionsmessung am Umfang des Körpers 3 durchgeführt wird, wobei für jede Umsetzung die vorbestimmte Zeitspanne zur Verfügung steht.

Zur Ermittlung der gegenseitigen Ausrichtung der Körper 1, 2 und 3 im Raume kann es nötig sein, weitere Referenz- und Lagepositionsmessungen an den Körpern 1, 2 und 3 in einer räumlichen Winkelposition der Lagemeßsonde 4 parallel zu einer Referenzebene durchzuführen, die mit der Referenzebene, die für die ersten Messungen herangezogen wurde, einen definierten Winkel, z. B. 90°, einschließt. Die erfindungsgemäße Meßsonde ist speziell geeignet, auch solche Referenzebenen zu vermessen, welche durch Front-Flächen von z. B. Riemenscheiben oder Kettenrädern, oder durch Stirnflächen von Wellen, Achsen oder Walzen defi-

niert werden.

Die Fig. 2 zeigt schematisch in perspektivischer Darstellung eine Lagemeßsonde 4, wie sie für die Durchführung des erfindungsgemäßen Meßverfahrens geeignet ist und unter anderem als Lagemeßsonde bei der Winkelvermessung der Körper 1, 2 und 3 in Fig. 1 eingesetzt werden könnte. Diese Meßsonde 4 ist mit einem oder mehreren Stimmgabel-Gyroskopen oder Piezokreiseln (nicht gezeigt) sowie zugehöriger Mikroelektronik ausgestattet, der bzw. die fest in dem Sondengehäuse angeordnet ist oder sind. Das Sondengehäuse weist in einer bevorzugten Ausführungsform zwei im wesentlichen parallele Oberflächen auf, von denen eine ausgesprochen plan ausgeführt ist, während auf der anderen Bedienelemente und Ableser-Einrichtungen angebracht sein können. Die an die parallelen oder auch planparallelen Oberflächen angrenzenden Seitenflächen stehen bevorzugt rechtwinklig zu jenen. Von den Seitenflächen ist zumindest eine und bevorzugt drei mit prismatisch eingeschnittenen Ausnehmungen versehen, zum Beispiel Ausnehmungen mit V-förmigem Querschnitt. Die Ausnehmungen stellen Kontaktflächen zum Aufsetzen der Meßsonde auf auszumessende Oberflächen dar. Solche Kontaktflächen sind in Fig. 2 durch die Bezugsziffern 10, 10' gekennzeichnet. Die Ausnehmungen definieren aufgrund ihrer geometrischen Eigenschaften eine Referenzachse, welche mit Vorteil senkrecht zu den Flächennormalen der planparallelen Oberflächen verläuft. Sind mehrere solcher Referenzachsen vorhanden, wie z. B. aus Fig. 2 ersichtlich, so sind diese bevorzugt parallel und/oder rechtwinklig zueinander orientiert.

Des weiteren weist die Lagemeßsonde 4 eine Computerschnittstelle 12 für Eichzwecke und Meßdatenverarbeitung auf, eine Anzeige 13 für einen aktuellen Winkel oder einen Differenzwinkel hinsichtlich Azimut und/oder Elevation, ggf. auch für die Ablesung eines entsprechenden Wertes für eine "Roll"-Koordinate. Weiterhin vorhanden ist eine Anzeige 14, welche die Ausschöpfung einer voreinstellbaren Toleranzangabe angibt. Diese Anzeige ist deswegen nützlich, weil sowohl bei scheinbarem Stillstand als auch bei Bewegung der Meßsonde 10 aufgrund der registrierten Beschleunigungen ein Zuwachs des Meßfehlers zu erwarten ist und welcher zum Beispiel bereits durch die Erdrotation verursacht werden kann. Wird zum Beispiel für die Meßsonde über den Bediener oder über die Computerschnittstelle eine Winkeltoleranz von 0,5° eingestellt, so wird in Anzeige 14 prozentual dargestellt, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, daß die genannte Toleranz bereits überschritten wird. Hierzu wird in der Meßsonde während des Meßvorganges eine automatische Fehlerabschätzung oder -berechnung durchgeführt. Diese Berechnungen werden ebenso wie die laufend fortschreitende Winkel- bzw. Orientierungs-Berechnung durch die im Gehäuse der Lagemeßsonde 4 befindliche Elektronik (insbesondere in Form eines Mikroprozessors) durchgeführt. Zu diesem Zweck ist eine geeignete Software in der Lagemeßsonde 4 vorhanden. Weiterhin weist die Lagemeßsonde eine Zero- oder Reset-Taste 16 und eine Funktionsumschaltungs-Taste 17 auf. Bei Betätigung von Taste 18 werden die aktuellen Absolut- oder Differenzwinkelangaben sowohl in einem elektronischen Speicher der Meßsonde gespeichert als auch in der Anzeige 13 sichtbar gemacht. Mittels des akustisch oder optisch wirkenden Signalgebers 19 kann dabei zusätzlich signalisiert werden, ob eine aktuell gemessene Ausrichtung genügend parallel oder rechtwinklig zu einer Referenzrichtung orientiert ist. Die Meßsonde weist bevorzugt einen Ein/Ausschalter auf (Bezugsziffer 20 in Fig. 3) und kann sich nach einer gewissen Zeit der Nichtbenutzung automatisch ausschalten. Weiterhin kann die Meßsonde 4 mit einer Präzisionslibelle 11 versehen sein, so daß die waagerechte Orientierung einer Referenz-

Ebene überprüft werden kann. Steht die Meßsonde 4 also auf einer auf einer waagerechten Oberfläche, so wird bei Betätigung der Zero- oder Reset-Taste 16 somit eine entsprechende Bezugs-Orientierung in der Meßsonde festgehalten. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist zusätzlich oder anstelle der Präzisionslibelle 11 ein elektronisch wirkendes Inklinometer vorgesehen, dessen Meßwerte über eine Anzeige dargestellt werden können oder per Elektronik der Meßsonde mit den Meßwerten der Winkel-Orientierungen verrechnet werden können. – Die Funktionsumschaltungs-Taste 17 wird für die Umschaltung der verschiedensten Bedien- und Operations-Funktionen der Meßsonde verwendet, speziell, um die Anzeige umzuschalten, so daß nacheinander Orientierungs-Meßwerte für Azimut, Elevation und Drillwinkel (Roll-Winkel) angezeigt werden können.

Die Lagemeßsonde 4 kann weiterhin mit einer Öffnung oder einem Durchbruch 15 versehen sein. Ein solcher Durchbruch gestattet es, die rückwärtige parallele Oberfläche der Meßsonde direkt auf eine Riemenscheibe 20, 21 (Abb. 1) oder über eine Unebenheit aufzusetzen, und zwar über eventuell vorhandene Befestigungselemente oder Wellenverlängerungen 22 hinweg. Hierdurch kann die Verwendung von sonst erforderlichen hohlzylindrischen Adapterstücken vermieden werden.

Die Computerschnittstelle 12 ermöglicht es, die jeweils im angelegten Zustand der Lagemeßsonde in der Meßsonde abgespeicherten Daten ihrer winkelmäßigen räumlichen Orientierung an einen nicht dargestellten Rechner weiterzuleiten, der aus diesen Daten die Werte der Korrekturen errechnet, die evtl. nötig sind, um die aufeinander auszurichtenden Körper 1, 2 und 3 in den gewünschten Ausrichtzustand zu bringen. Die Computer-Schnittstelle ist weiterhin in der Lage, Daten von optional zugeordneten Hilfsgeräten entgegenzunehmen, wie z. B. von Code-Lesern oder übergeordneten Leit-Rechnern. Die Computer-Schnittstelle wird aus Kostengründen bevorzugt drahtgebunden oder als Glasfaserverbindung ausgeführt, und in einer höherwertigen Ausführung als Mobilfunk- oder als Mobiltelefon-Datenschnittstelle zur drahtlosen Datenübertragung.

In einer bevorzugten Ausführungsform, wie in Fig. 3 gezeigt, ist der entsprechende Rechner, wie oben angegeben, bereits in der Lage-Meßsonde 44 enthalten. Mit dieser Meßsonde können daher Messungen durchgeführt werden, wie sie mit dem in Fig. 2 gezeigten Gerät ausführbar sind. Darüberhinaus sind auch weitergehende Berechnungen und Visualisierungen möglich. Hierzu dient insbesondere eine zusätzliche Anzeige 21, welche auch graphische Elemente wiedergeben kann, zum Beispiel symbolisierte Körper oder Wellen 22 und 23, insbesondere auch jeweils zugehörige Unterstützungs- oder Justierungspunkte 24, 25. Die Anzeige 21 ist bevorzugt als Pixel-Display ausgeführt und weiterhin bevorzugt quadratisch. In dieser Ausführungsform ist es möglich, die Orientierung des Bildschirms der Anzeige zu wechseln, d. h. zu drehen. Dies kann auch automatisch geschehen, so daß für den Bediener des Gerätes immer eine vorteilhafte Sicht auf die Anzeige gewährleistet ist. – Bei fehlerhaften oder divergenten Ausrichtungen der durch die Symbole 22, 23 gekennzeichneten Körper ist es mit der erfindungsgemäßen Lagemeßsonde 44 also möglich, die genannten Unterstützungs- oder Justierungspunkte 24, 25 einzeln auszuweisen und für diese die sinnvollsten Korrekturwerte (soweit erforderlich), insbesondere in Quer- und Höhenrichtung anzugeben. Mit solchen Werten ist somit eine z. B. parallele Ausrichtung der entsprechenden Körper in einfacher Weise durchführbar. Um diese Aufgabe an einer Mehrzahl von Maschinen oder Systemen durchführen zu können, ist eine Eingabemöglichkeit vorgesehen (u. a. be-

stehend aus dem in Fig. 3 gezeigten Tastenfeld mit Bezugszeichen 26 und der Funktions-Umschaltungstaste 17), mit der die geometrischen Abmessungen und Positionen der Unterstützungs- und Justierungspunkte im Raum vordefiniert und typmäßig spezifiziert und in der Meß-Sonde abgespeichert werden können. Weiterhin kann nach Eingabe entsprechender Daten (manuell oder per Datenschnittstelle 12) in die Meß-Sonde 44 auf der genannten Anzeige 21 visualisiert werden, in welchen Teilschritten eine vorgegebene Meßaufgabe, welche zum Beispiel einige Dutzend Walzen oder Körper umfaßt, abzuarbeiten ist. Dies ist zum Beispiel dann vorteilhaft, wenn nach einer Anzahl Messungen eine Vergleichs- und Kontroll-Messung an einer Ausgangsposition durchgeführt werden soll, und die Messung, anschließend an einen ggf. erforderlichen Neu-Abgleich der Meßsonde, an anderer Stelle fortgesetzt werden soll. In diesem Zusammenhang ist in einer Ergänzung des Funktionsumfangs für die Meß-Sonde 44 vorgesehen, daß diese mittels einer Bar-Code-Leseeinrichtung oder einer anderen miniaturisierten Kodierungs-Lese-Einrichtung, speziell mittels eines sog. Transponders, Daten entgegennehmen kann, durch welche eine aktuelle Position innerhalb einer Fabrikhalle oder direkt an einer Maschine bzw. einem zu vermessenden Körper identifizierbar ist. Solche Daten können auch von einem GPS (Global Positioning System) abgeleitet sein und der Meß-Sonde über den Daten-Ein-/Ausgang 12 zugeführt werden. Es versteht sich, daß für den vergrößerten Funktionsumfang der Lage-Meßsonde 44 im Vergleich zu Lagemeßsonde 4 eine entsprechend leistungsfähigere Mikroelektronik vorgesehen ist.

Bezüglich der mechanischen Gegebenheiten besteht zwischen Meßsonden 4 und 44 insoweit Übereinstimmung, als links- und rechtsseitige z. B. prismenförmige Anlegeflächen 10, 10' vorgesehen sind. Auch das untere Anlegeprisma mit Anlegeflächen 30', 30" erfüllt eine vergleichbare Funktion, ebenso ist die per Kante 40' ausgewiesene rückwärtige Gehäusefläche mit Vorteil als plane Anlegefläche ausgelegt.

Mit den gezeigten erfindungsgemäßen Lagemeßsonden lassen sich Körperachsen, Körperflächen und dgl. auch in anderer Weise als parallel zueinander, z. B. in Bezug aufeinander senkrecht, oder aber schräg zueinander verlaufend, auf einfache Weise, genau und mit einem geringen zeitlichen Aufwand ausrichten.

Patentansprüche

1. Verfahren zum gegenseitigem Ausrichten von Körpern, insbesondere zum Parallelrichten von Wellen, Walzen und dgl., **dadurch gekennzeichnet**, daß

- a) mittels einer mindestens einen mechanischen Oszillator, insbesondere einen Piezokreisell enthaltenden, an die auszurichtenden Körper (1, 2, 3) definiert ansetzbaren Lagemeßsonde (4) die Lage eines ersten (1) der auszurichtenden Körper in einer vorgegebenen ersten Meßebebene als Referenzposition ermittelt wird,
- b) dann mittels der Lagemeßsonde (4) innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne nach der Referenzpositionsermittlung die Lage eines nächsten Körpers (2 oder 3) in einer mit der ersten Meßebebene übereinstimmenden oder zu dieser parallelen Ebene ermittelt wird,
- c) dann im Bedarfsfalle weitere Lagemessungen gemäß den Schritten a) und b) an den Körpern (1, 2, 3) bezüglich einer von der ersten Meßebebene verschiedenen, mit dieser einen definierten Winkel, insbesondere 90°, einschließenden zweiten Meßebebene durchgeführt werden, und

- d) dann, sofern nötig, auf der Grundlage der mittels der Lagemeßsonde (4) in den Meßebenen festgestellten Lagedifferenzen der beiden Körper (1 und 2 bzw. 3) notwendige Lagekorrekturen an dem einen und/oder anderen der beiden Körper durchgeführt werden. 5
2. Lagemeßsonde (4, 44) zum Ermitteln der räumlichen Lage zweier oder weiterer Körper in Bezug aufeinander, gekennzeichnet durch
- a) ein Gehäuse mit mindestens einer definiert an eine Gegenfläche am jeweiligen Körper ansetzbaren äußeren Kontaktfläche und
 - b) mindestens einen mechanischen Oszillator, insbesondere einen oder mehrere sog. Piezokreisel oder Stimmgabel-Gyroskopen in dem Gehäuse. 15
3. Lagemeßsonde nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch Mittel (13, 14) zum von außerhalb des Gehäuses erkennbaren Anzeigen der Ausrichtung der Lagemeßsonde bezüglich mindestens einer der Winkelkoordinaten Azimutwinkel, Elevationswinkel, Roll- oder Drillwinkel. 20
4. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse mehrere in Bezug aufeinander angeordnete Kontaktflächen aufweist. 25
5. Lagemeßsonde nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Kontaktfläche zum definierten Ansetzen an einen auszurichtenden Körper von zylindrischem oder kegeligem Außenumriß aus zwei miteinander einen Winkel einschließenden ebenen Flächenabschnitten (10', 10'') besteht. 30
6. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 5, gekennzeichnet durch eine Anzeige (21) und Eingabemittel (26) zur Eingabe, zur Visualisierung oder zur Überprüfung vorgegebener Befestigungs- oder Justierungs-Koordinaten für auszurichtende Körper. 35
7. Lagemeßsonde nach Anspruch 6, mit einer Mikroelektronik oder einem Microcomputer, mit welchem die Errechnung und Registrierung einer aktuellen winkelmäßigen Ausrichtung des Gehäuses der Lagemeßsonde oder die Errechnung und Darstellung von Korrekturwerten durchführbar ist, durch welche bedarfsweise erforderliche Justage-Werte oder Verlagerungswerte für auszurichtende Körper (2, 3) bezüglich einzelnen ausgewiesener Befestigungs- oder Justierungspunkte (24, 25) angegeben werden. 40 45
8. Lagemeßsonde nach Anspruch 6 oder 7, mit einem Speicher, welcher gespeicherte Daten enthält, durch welche die Reihenfolge von Meßpunkten oder Messungen an auszurichtenden Körpern (1, 2, 3) spezifiziert wird. 50
9. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 8, gekennzeichnet durch eine Libelle (11), oder ein mechanisches oder elektronisch wirkendes Inklinometer, welche/s am oder im Gehäuse der Meßsonde zum Feststellen deren Lage insbesondere bezüglich der Vertikalen angordnet ist bzw. sind. 55
10. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 9, gekennzeichnet durch eine Computerschnittstelle (12) zur Daten-Eingabe für vordefinierte Parameter, insbesondere Positions- oder Arbeitsschrittinformationen, oder zur Ausgabe insbesondere von erfaßten, zwischengespeicherten oder umgerechneten Meßdaten. 60
11. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 10, gekennzeichnet durch mindestens eines der folgenden Betätigungselemente: 65
- Reset- oder Zero-Taste (16)

- Funktions-Umschaltungs-Taste (17)
 - Meß- und Speichertaste (18) oder mit einem akustisch oder optisch wirkenden Signalgeber (19).
12. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 11, gekennzeichnet durch eine Anzeigevorrichtung (13) zur Anzeige von Absolut- oder Differenzwinkeln, bezüglich räumlicher Winkelkoordinaten.
13. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 12, gekennzeichnet durch eine Anzeigevorrichtung (14) zur Anzeige eines Konfidenzwertes, durch welchen die Einhaltung oder die Ausschöpfung eines vordefinierbaren Toleranz- oder Streumaßes für anzuzeigende Meßergebnisse angezeigt oder signalisiert wird.
14. Lagemeßsonde nach einem der Ansprüche 2 bis 13, gekennzeichnet durch eine Ausnahme (15), so daß die Lagemeßsonde auf eine mit einer Unebenheit versehenen Fläche aufgelegt werden kam.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

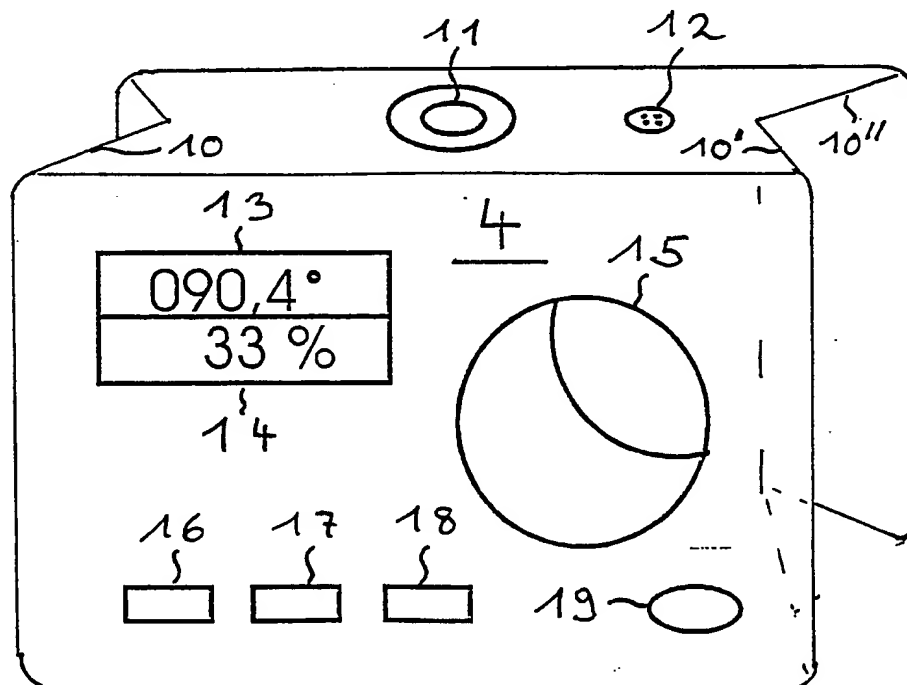
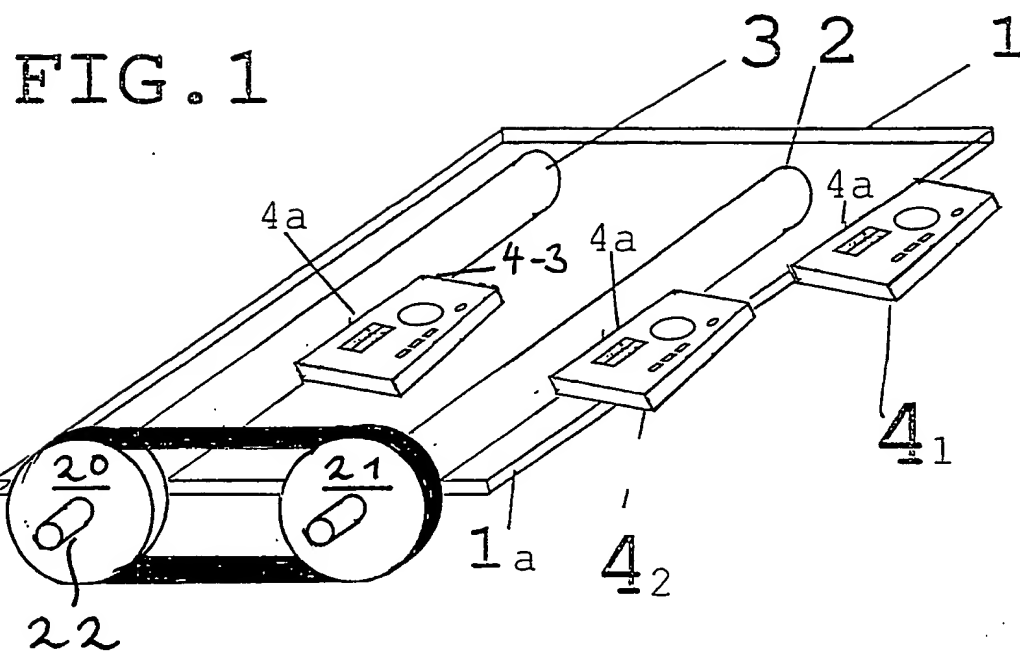


FIG. 2

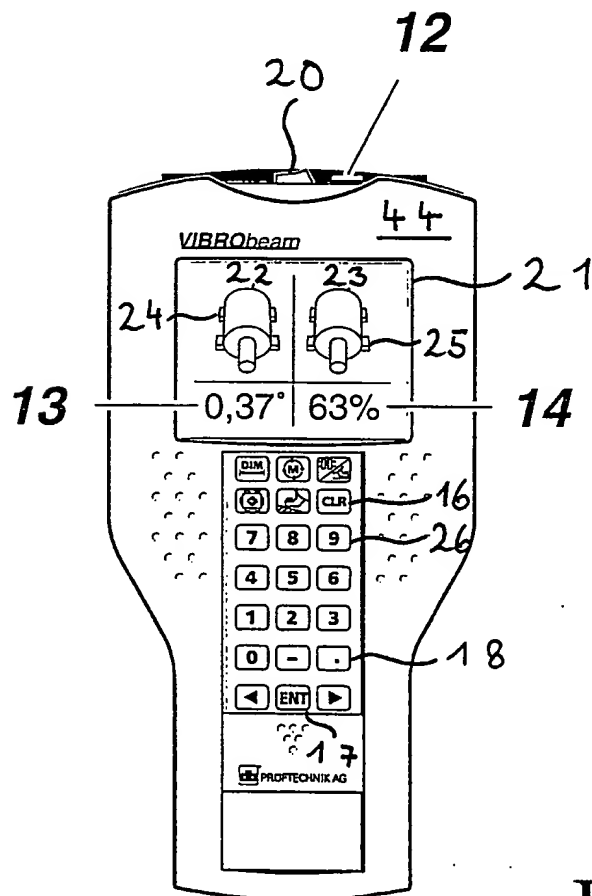
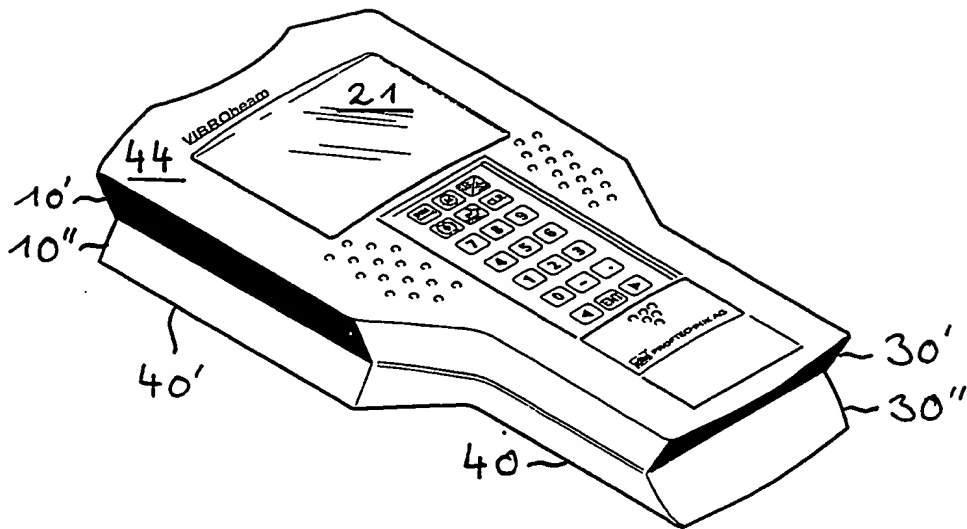


Fig. 3